

補助事業番号 28-123

補助事業名 平成28年度 自転車用ヘルメットによる脳傷害防止に関する研究 補助事業

補助事業者名 名古屋大学水野研究室 助教 伊藤 大輔

1 研究の概要

本研究では、人体頭部のコンピュータモデル（有限要素モデル）を用いて、衝突時における自転車用ヘルメットによる脳傷害低減効果について評価した。

2 研究の目的と背景

自転車用ヘルメットの安全性能は直達外力の低減を目指して並進加速度で評価されてきた。しかしながら、脳傷害は頭部の並進運動のみならず回転運動によっても生じることが多くの研究者によって指摘されている。そのため、ヘルメットの安全性能評価においても、移動する台への落下や斜面への落下によって角加速度の評価がおこなわれている。今後、頭部並進と回転の両方を抑制するようなヘルメットの開発のためには、ヘルメット着用状態での頭部外力と頭部回転、脳ひずみの関係についてより深く理解する必要がある。

本研究では、初めにヘルメット着用時の頭部の回転メカニズムを明確にする。次に、頭部回転に対する身体慣性の影響を人体有限要素モデルを用いて調べる。

3 研究内容

本研究では、ヘルメットを着用した状態で衝突した場合の脳傷害の発生メカニズムを明らかにするために、2種類のシミュレーションを実施した。一つ目として人体の頭部を模擬した頭部インパクトを用いて、衝突時に作用する外力と頭部回転との関係を明らかにした。二つ目として人体頭部の解剖学的特徴を反映した人体頭部有限要素モデルを用いて、脳の変形度合いを表すひずみの大きさをヘルメットの有無で比較した。

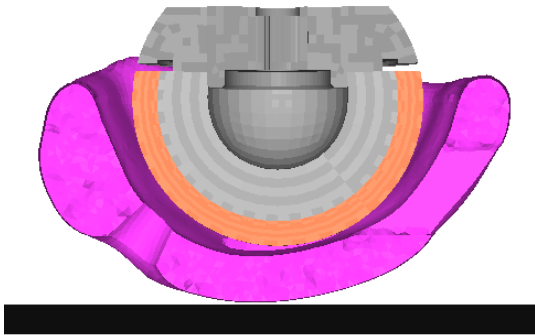


図1 ヘルメット着用状態の頭部インパクト

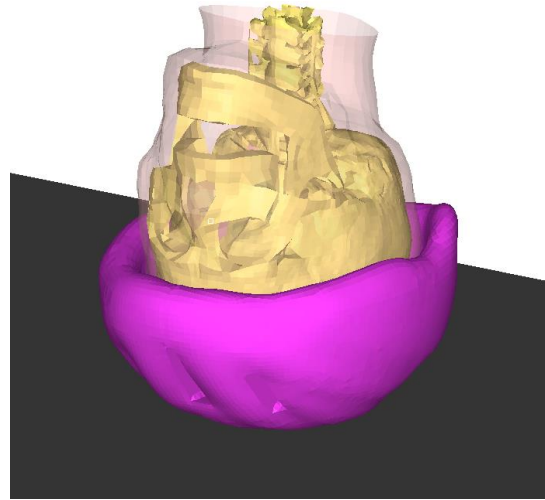


図2 人体頭部モデルを用いた衝突解析

頭部インパクトを用いた衝突解析から、ヘルメットの着用により、頭部回転を生み出す力のモーメントや回転の度合いを表す角加速度の最大値を半減できることを示した。また、シェル部が厚くて硬いヘルメットの場合には接触部の中央で高い荷重が発生するものより広い範囲に荷重が分散するのに対し、シェル部が薄くて柔らかいヘルメットの場合には接触位置近傍に高荷重領域が分布するなど、荷重の分布形態に差異が生じることがわかった。

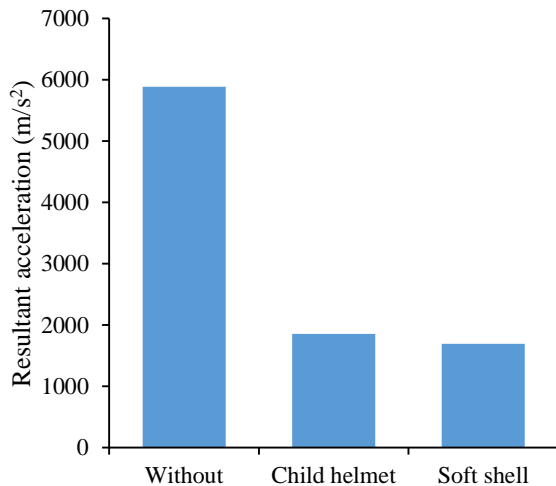


図3 頭部合成加速度の比較

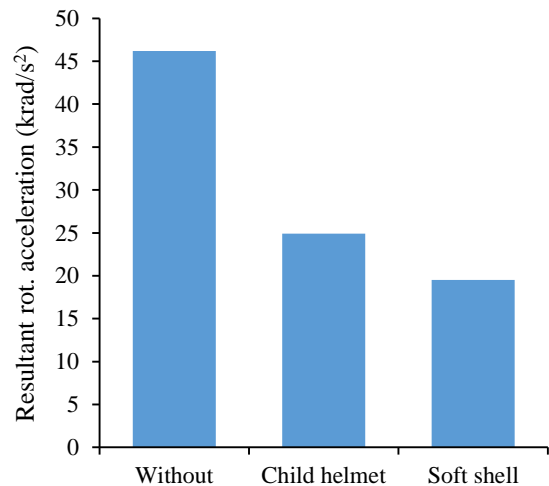
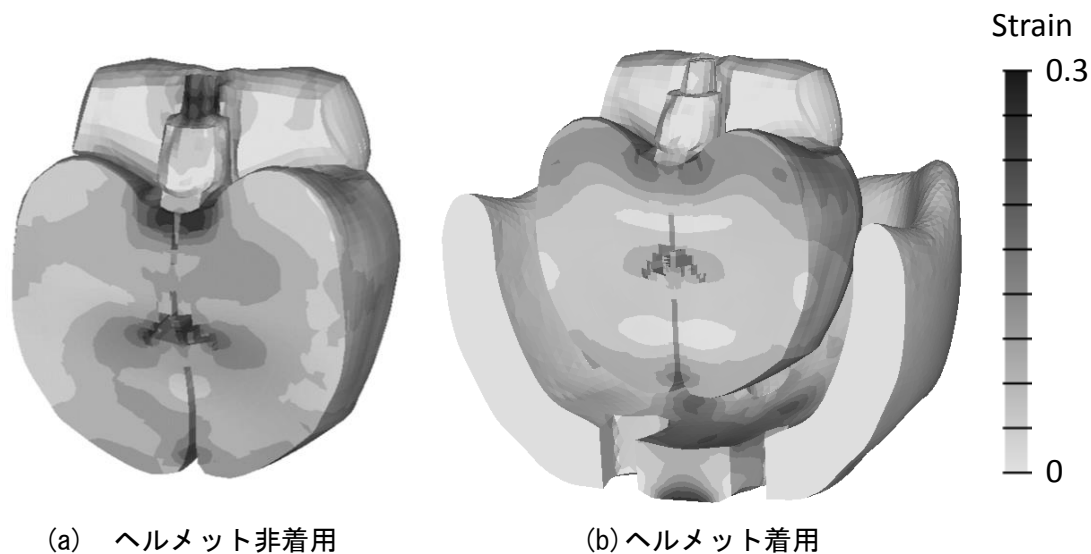


図4 頭部回転加速度の比較

次に、人体頭部有限要素モデルを用いて衝突時の脳内のひずみを評価した。その結果、低速条件ではヘルメット着用によりひずみを約2割程度低減できることがわかった。また、脳震盪の発生リスクを評価する指標に関しても低減されており、今回分析した範囲において

はヘルメットの有効性が確認された。



(a) ヘルメット非着用

(b) ヘルメット着用

図5 頭部衝突時の脳のひずみ分布

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究により、ヘルメット装着によって衝撃がどのように分散され、脳傷害が軽減されるかがわかった。今後、本研究がさらに発展していくことで、どのようなヘルメットが頭蓋骨骨折と脳傷害の両方を軽減するのに有効であるかを示すことができ、安心安全な自転車社会の発展に貢献するものであると思われる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでも申請者はヘルメット装着状態での頭部傷害発生メカニズムに関して実験およびシミュレーションをおこなっていたが、頭蓋骨骨折に相関が高い並進加速度のみに注目し検討をおこなっていた。しかしながら、近年、頭部衝突時における脳傷害は自動車安全、スポーツといった様々な研究領域で注目されており、本研究事業で構築された分析手法を引き続き拡張していくことで、脳傷害低減に関する生体力学研究の発展に貢献しうると期待する。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

伊藤ら、自転車用ヘルメットによる脳傷害軽減に関する基礎検討：日本機械学会 2017年度年次大会（9/3-6）にて発表予定

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

上述のように、日本機械学会 2017年度年次大会（9/3-6）にて発表予定

[\(https://www.jsme.or.jp/conference/nenji2017/\)](https://www.jsme.or.jp/conference/nenji2017/)

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの
なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 名古屋大学大学院工学研究科水野研究室（ナゴヤダイガクダイガクイ
ンコウガクケンキュウカミズノケンキュウシツ）

住 所： 〒464-8603

名古屋市千種区不老町1

申 請 者： 助教 伊藤大輔（イトウダイスケ）

担 当 部 署：

E-mail： ito@mech.nagoya-u.ac.jp

URL：